



TITLE:

コメント : New Universality of  
Critical Exponents(「ヘリウムの物  
性-光散乱を中心に-」,物性研究所  
短期研究会報告)

AUTHOR(S):

鈴木, 増雄

---

CITATION:

鈴木, 増雄. コメント : New Universality of Critical Exponents(「ヘリウムの物性-光散乱を  
を中心に-」,物性研究所短期研究会報告). 物性研究 1974, 21(4): G29-G30

ISSUE DATE:

1974-01-20

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/88711>

RIGHT:

東大物性研 鈴木 増 雄

最近の臨界現象の研究の大きな二本の柱になっているのは scaling law と universality の概念である。前者の方は多くの例で実証されているようであるが、後者に対しては最近例外がいくつか理論的にも実験的にも見いだされているようである。ここでは、今まで例外と思われているようなものも含むような広い universality の概念を提唱したい。今までの universality (臨界指数の普遍性) は生の温度差  $T - T_c$  をもとにして定義された臨界指数が、体系の細部に依らないことを主張するものであるが、生の温度差  $T - T_c$  は絶対的な意味を持つのであろうか。臨界現象にとって最も基本的な役割を果す変数は相関距離  $\xi$  又はその逆数  $\kappa = \xi^{-1}$  である。そこで、我々の新しい提案は、この  $\kappa$  を単位にして定義された臨界指数が普遍であることを主張するものである。即ち、

$$\begin{aligned} \hat{r} &= r/\nu, \quad \hat{r}' = r'/\nu', \quad \hat{\beta} = \beta/\nu', \quad \hat{A} = A/\nu, \\ \hat{\phi} &= (2 - \alpha)/\nu, \quad \hat{\phi}' = (2 - \alpha')/\nu', \quad \hat{\eta} = \eta, \quad \hat{\delta} = \delta, \text{ etc.} \end{aligned} \quad (1)$$

のように規格化された臨界指数が体系の細部に依らず、系の基本的なパラメータ (次元  $d$ , 自由度  $n$ , potential-range  $\sigma$ ) にのみ依存する。ここで注意すべきことは、 $\eta$  や  $\delta$  のように、丁度  $T_c$  で定義される指数は、今まで通り、それ自体が普遍になる。また、 $\phi$  は、 $\kappa$  の関数である自由エネルギーの異常性を規定する臨界指数であり、比熱  $C_v$  は自由エネルギーの温度微分 (2 回) から導かれる副次的なものであるから、 $\kappa$  と  $T - T_c$  の表わな関係を含むことになり、 $\alpha/\nu$  は必ずしも普遍でなくなる。我々の立場では、 $\nu$  は体系の細かい事情によって変り得る。勿論、 $\nu$  までも普遍である category と  $\nu$  は変り得る category には、それなりの差がある。

この新しい universality によって始めて満たされる具体例をあげることもしが、ここでは省略しておく。たゞ、 $\text{He}^4$  の臨界指数の圧力依存性 (生嶋-照井) に関しては、上のような新しい見方で解釈できるのかもしれない。 $\nu$  の測定が今後

行われればその点がはっきりするであろう。

\*) Phys. Letters A ( in press ).

## 液体ヘリウムにおけるラマン散乱 (review)

京大・理 大 見 哲 巨

Raman 散乱を用いた He の研究は, Greytak と Yan 達<sup>1)</sup> による液体 He<sup>4</sup> の素励起の測定に始まり, 最近では固体の He<sup>3</sup>, He<sup>4</sup><sup>2)</sup> 及び液体の He<sup>3</sup>-He<sup>4</sup> mixture<sup>3)4)</sup> の実験も行われ, 少しずつ盛になりつつある。このノートでは, 主に液体の pure He<sup>4</sup> 及び He<sup>3</sup>-He<sup>4</sup> mixture における Raman 散乱の理論と実験の review を行う。

### § 1. 液体 pure He<sup>4</sup>

詳しい議論に入るまえにまず液体 He<sup>4</sup> の素励起 (主に roton) と観測に使われている, laser 光の energy と momentum の order の比較をしておく。laser の波長が, 4880 Å と 5145 Å のものが主に使われていることから, 素励起の方が, energy で  $10^{-3}$  程小さく momentum で  $10^3$  程度大きい。したがって, Raman 散乱の場合には, 大きさが等しく, 向きが反対の momentum を持った素励起を励起させることにより momentum と energy の保存則を満足させることができる。

さて, 液体 He<sup>4</sup> の Raman 散乱についての理論は, Halley<sup>5)</sup>, Stephen<sup>6)</sup>, Iwamoto<sup>7)</sup>, Nakajima<sup>8)</sup>, 等の論文がある。ここでは, Stephen の論文にそってまず, 話しを進める。液体 He<sup>4</sup> を誘電性連続体で近似し, 古典電磁気学を用いて光の散乱を考える。Max. well 方程式を積分形で書くと座標  $(\vec{r}, t)$  における電場の強さは, 入射光による外場  $\vec{E}_0(\vec{r}', t)$  と,  $(\vec{r}', t')$  における分極ベクトル  $\vec{P}(\vec{r}', t')$  による電場の重ね合せで,